

I - B 145

多径間連続高架橋の支承条件の差異による地震時弾塑性応答

新日本製鐵（株） 正会員 伊藤 彰浩
 京都大学工学研究科 フェロー会員 家村 浩和
 京都大学工学研究科 正会員 高橋 良和

1. はじめに

兵庫県南部地震による高架橋の被害に着目すれば、桁と橋脚をつなぐ支承の条件およびその損傷が各部の損傷に深く関係していることが確認されている。復旧には支承部を橋梁の主要構成要素として重視するとともに、従来より広く使用されてきた鋼製支承の被害が多かったことを考慮して、ゴム支承および免震支承を使用する事例が増加している。そこで本研究では、支承条件の差異によって橋梁全体の動的応答、中でも特に橋脚への損傷影響を数値的に検証することを目的とした。

2. 解析対象橋梁と解析手法

本研究では、兵庫県南部地震によって被災した RC 橋脚を有する 3 径間連続橋を解析対象とした。本橋梁の被災度としては鋼製固定支承を有する中間橋脚 P-2 は軽微な損傷であるにも関わらず、鋼製可動支承を有する中間橋脚 P-3 はかなり重度の損傷を受けており、柱中部から橋軸方向に曲げせん断破壊を呈している。また全ての鋼製支承が損傷している。

図-1 に示すように全体系を簡単な質点-バネ系の平面モデルに置換し上部構造は剛体モデル、橋脚は剛性劣化型トリリニアモデルで与えた。まず実被害の再現について検討した。鋼製支承モデルとしては上載荷重による摩擦のみを考慮した標準的な「従来モデル」と、特にレベル 2 地震動に対して適用意義をもつ「損傷を考慮したモデル」の 2 ケースを考慮した（図-2）。詳しいモデル化手法は講演の中で説明する。

次に鋼製支承に代わり全支承にゴム支承および免震支承(LRB)を採用した解析を行い、支承部の差異による橋脚への損傷影響を調べた。ゴム支承および免震支承のモデル化においては、文献^{1),2)}の設計手順を参考とし、各下部構造の耐力を考慮した。解析手法としては、オペレータ・スプリッティング法を用いた直接積分法による非線形動的解析を行い、減衰はレーリー減衰として減衰定

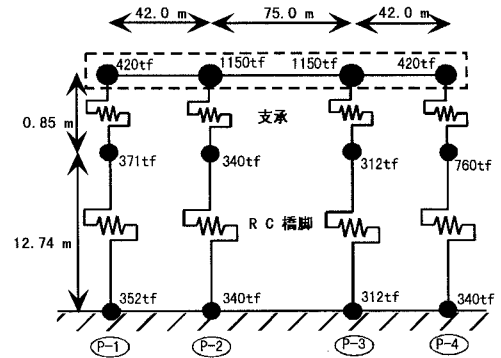


図-1 3 径間連続橋解析モデル

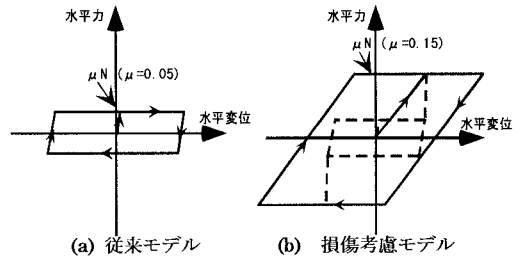


図-2 鋼製可動支承モデル

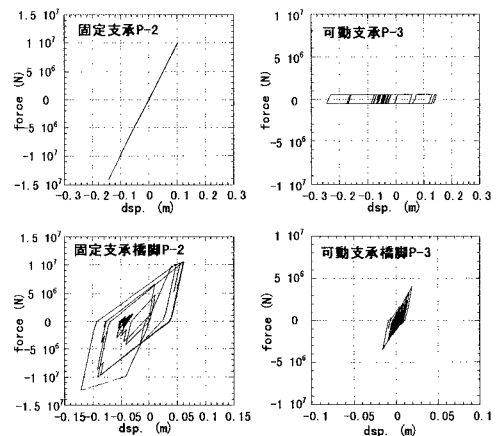


図-3 鋼製支承（従来モデル）採用ケースの履歴応答

数3%相当の値を用いた。入力地震動には神戸海洋気象台記録 N-S 成分(最大 818gal)を用い、全体系モデルの橋軸方向に作用させた。

3. 支承条件による連続橋の地震応答性状

3. 1 鋼製支承における損傷の考慮有無による応答

図-3、図-4 に鋼製支承および中間橋脚頂部の履歴応答を示す。摩擦力のみを考慮した従来モデルを採用したケースでは固定支承橋脚は大きく塑性化して終局状態を超えるのに対し、損傷考慮モデルでは降伏していない。可動支承橋脚は両モデルでよく似た応答を示しともに降伏していない。全橋脚レベルでみると、損傷考慮モデルではいわゆる支承ヒューズ論的な結果となっている。ここで本橋梁の実被害が、固定支承橋脚で軽微な損傷であったことを考えると、損傷考慮モデルを採用したケースの方が相対的に被害状況に近いと言える。しかし実被害では可動支承橋脚が重度な損傷を受けているが、可動支承部に大きな力が作用するようにしているにも関わらず解析結果では再現できておらず、損傷後の挙動に関してさらなる検討を要するものとなっている。

3. 2 支承種別による橋梁の応答性状の比較

図-5、図-6 に弾性ゴム支承および免震支承採用ケースの中間橋脚頂部の応答を示す。ゴム支承により反力分散化すれば、固定支承橋脚であった橋脚 P-2 の塑性化が抑制される反面、地震力を大きく分担することによる橋脚 P-3 の塑性化が顕著となった。これは弾性ゴム支承の設計段階において、実際には中間両橋脚のスケルトンの大きさが異なっているにも関わらず、橋脚の耐力指標として割線剛性を採用しているため、両橋脚に同程度に地震力を分担させたことに起因しているものと考えられる。一方免震化にすれば、両橋脚とも損傷は低レベルでバランスよく配分されていることがわかる。免震支承部では安定した履歴エネルギー吸収作用があるとともに、支承に作用する水平力が抑えられているためであると考えられる。またゴム支承を採用ケースでは、上部構造の変位が過大になっているが、免震支承採用ケースでは鉛ブラグがダンパーとして作用するため変位は抑えられている。

4. 結論

支承条件を変化させて解析した結果、支承は橋脚の損傷形態に関して大きな影響を有することがわかった。鋼製支承については、損傷考慮モデルを採用した解析の方が比較的実被害に近い結果が得られた。支承種別としては免震支承を採用すれば最も低レベルでバランス良く各橋脚に損傷配分され、全体系の耐震性確保には最も有利である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996. 12
- 2) 建設省：道路橋の免震設計マニュアル（案），土木研究センター，1992. 10

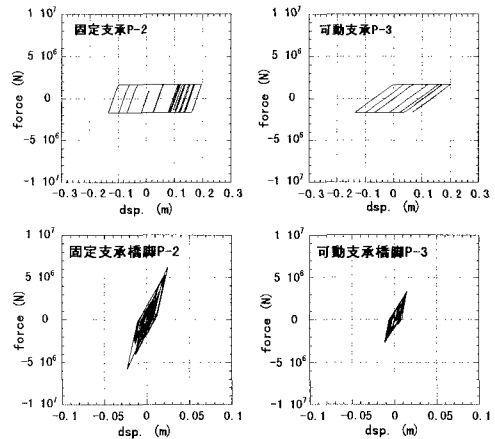


図-4 鋼製支承（損傷考慮モデル）採用ケースの履歴応答

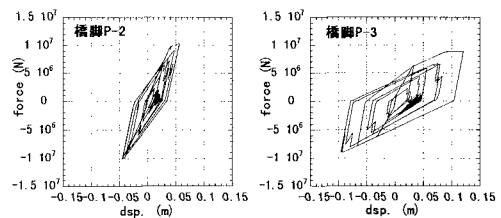


図-5 弾性ゴム支承採用ケースの橋脚の履歴応答

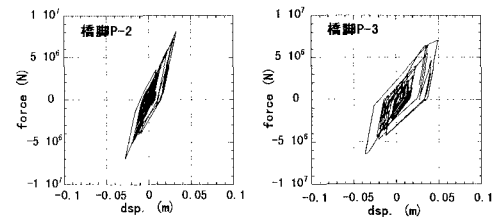


図-6 免震支承採用ケースの橋脚の履歴応答